PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-115557
(43)Date of publication of application : 06.05.1998

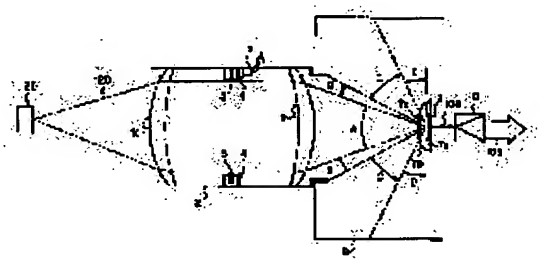
(51)Int.CI. G01J 5/48

(21)Application number : 08-271930
(22)Date of filing : 15.10.1996

(71)Applicant : NIPPON AVIONICS CO LTD
(72)Inventor : TSUCHIMOTO KOZO

(54) METHOD AND APPARATUS FOR TEMPERATURE CORRECTION OF INFRARED SENSOR AS WELL AS INFRARED THERMOGRAPHY USING TWO-DIMENSIONAL INFRARED SENSOR

(57)Abstract:
PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an infrared thermographic apparatus by which a temperature can be corrected precisely even when a temperature characteristic with reference to an environment is irregular in every apparatus, even when an ambient temperature is changed suddenly or even when a secular change is generated, whose adjusting time for a temperature correction is short and by which the interruption of a thermal image screen due to the temperature correction can be eliminated in an instant.
SOLUTION: A shutter 3 which can be opened and closed instantaneously is arranged in the position of an aperture diaphragm 4 at an optical system, and a temperature sensor 5 which measures the temperature of the shutter 3 is installed. Consequently, blades of the shutter 3 can be used as a reference heat source, and, when the shutter 3 is arranged in the position of the aperture diaphragm 4, an optical equivalent property depending on whether the reference heat source is inserted or not is not spoiled. A lens shutter which is used generally in a photographic industry can be inserted. An insertion and removal mechanism for the reference heat source can be realized at low costs, it is operated with excellent reliability and stably, it can insert and remove the reference heat source at high speed, and it can eliminate the interruption of a thermal image in an instant.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 15.10.1996
[Date of sending the examiner's decision of rejection] 12.12.2000
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number]
[Date of registration]
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12) **公開特許公報（Ａ）**　(11)特許出願公開番号

特開平10－115557

(43)公開日　平成10年(1998)５月６日

(51)Int.Cl.[6]	識別記号	ＦＩ	
Ｇ０１Ｊ　5/48		Ｇ０１Ｊ　5/48	Ｅ

審査請求　有　　請求項の数５　ＯＬ　（全８頁）

(21)出願番号　特願平8－271930

(22)出願日　平成８年(1996)10月15日

(71)出願人　000227836
日本アビオニクス株式会社
東京都港区西新橋三丁目20番１号

(72)発明者　土本　耕三
東京都港区西新橋三丁目20番１号　日本アビオニクス株式会社内

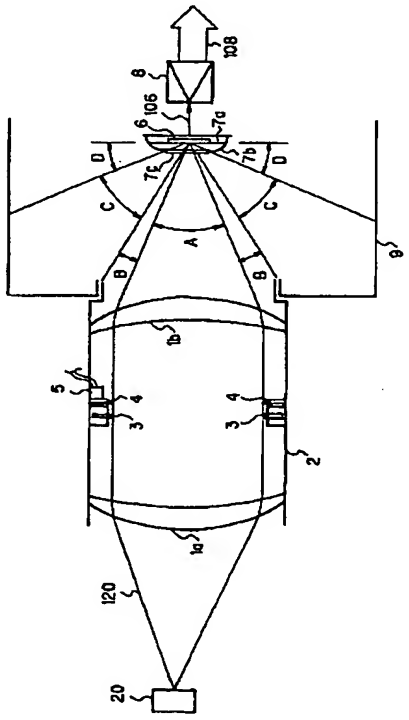
(74)代理人　弁理士　本庄　伸介

(54)【発明の名称】　赤外線センサー温度補正方法及び装置並びに２次元赤外線センサーを用いた赤外線サーモグラフィー

(57)【要約】

【課題】装置ごとの対環境温度特性のバラツキ、環境温度の急激な変化、経年変化があっても温度補正が正確にでき、温度補正のための調整時間が短く、しかも温度補正のための熱画像画面の途切れを一瞬で済ますことができる赤外線サーモグラフィーの装置の提供。

【解決手段】光学系の開口絞り４の位置に瞬間的に開閉できるシャッター３を配置し、そのシャッター３の温度を測定する温度センサー５を設ける。シャッター３の羽根を基準熱源として利用することが可能であり、シャッター３を開口絞り４の位置に配置することにより、基準熱源を挿入したときと挿入しないときとの光学的等価性を損なうこともなくなる。シャッターには写真工業で一般的なレンズシャッターを転用できる。この基準熱源の挿入除去機構は、安価に実現でき、また信頼性に優れ安定して作動し、しかも基準熱源の挿入及び除去を高速にでき、熱画像の途切れを一瞬で済ますことができる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項１】赤外線センサーと、該赤外線センサー上に対象物の赤外線像を投影する光学系と、前記赤外線センサーの出力を処理して前記対象物の熱画像信号を生成する信号処理部と、前記熱画像信号を受け前記対象物の熱画像を表示する表示装置とを備えてなる赤外線サーモグラフィーにおいて、該赤外線センサーの出力で表される温度を対象物の温度に近づけるように該赤外線センサーの出力に補正を加える方法であり、対象物から放射される赤外線に代えて既知温度の基準熱源から放射される赤外線を前記赤外線センサーに導いたときの該赤外線センサーの出力Q_Rと、前記対象物を前記光学系で観測してときの該赤外線センサーの出力Q_Wとを比較し、前記光学系など前記対象物以外の物から放射された赤外線に基づく前記赤外線センサーの出力成分Q_Eを前記出力Q_Wから除去し、前記対象物の放射赤外線だけに基づく前記赤外線センサーの出力ａを生成する赤外線センサー温度補正方法において、

シャッター及び該シャッターの温度を検知する温度センサーを前記光学系に設け、該シャッターを閉じたときの該シャッターを前記基準熱源とし、前記温度センサーの出力から前記基準熱源の既知温度を得ることを特徴とする赤外線センサー温度補正方法。

【請求項２】赤外線センサーと、該赤外線センサー上に対象物の赤外線像を投影する光学系と、前記赤外線センサーの出力を処理して前記対象物の熱画像信号を生成する信号処理部と、前記熱画像信号を受け前記対象物の熱画像を表示する表示装置とを備えてなる赤外線サーモグラフィーに設けられ、該赤外線センサーの出力で表される温度を対象物の温度に近づけるように該赤外線センサーの出力に補正を加える装置であり、対象物から放射される赤外線に代えて既知温度の基準熱源から放射される赤外線を前記赤外線センサーに導いたときの該赤外線センサーの出力Q_Rと、前記対象物を前記光学系で観測してときの該赤外線センサーの出力Q_Wとを比較し、前記光学系など前記対象物以外の物から放射された赤外線に基づく前記赤外線センサーの出力成分Q_Eを前記出力Q_Wから除去し、前記対象物の放射赤外線だけに基づく前記赤外線センサーの出力ａを生成する赤外線センサー温度補正装置において、

シャッター及び該シャッターの温度を検知する温度センサーを前記光学系に設け、該シャッターを閉じたときの該シャッターを前記基準熱源とし、前記温度センサーの出力から前記基準熱源の既知温度を得ることを特徴とする赤外線センサー温度補正装置。

【請求項３】前記シャッターが、前記光学系の開口絞りに隣接した位置であって、該開口絞りより入射開口側に設けてあることを特徴とする請求項２に記載の赤外線センサー温度補正装置。

【請求項４】２次元赤外線センサーと、該２次元赤外線センサー上に対象物の赤外線像を投影する光学系と、前記２次元赤外線センサーの出力を処理して前記対象物の熱画像信号を生成する信号処理部と、前記熱画像信号を受け前記対象物の熱画像を表示する表示装置とを備えてなる赤外線サーモグラフィーにおいて、

前記光学系の光路を開閉するシャッター及び該シャッターの温度を測定する温度センサー並びに前記シャッターが開いているときの前記２次元赤外線センサーの視野を定める開口絞りが前記光学系に設けてあり、

第１及び第２のイメージメモリと、前記シャッターの開閉を制御するとともに該シャッターが開いているときの前記２次元赤外線センサーの出力Q_Wおよび該シャッターが閉じているときの該２次元赤外線センサーの出力Q_Rを前記第１および第２のイメージメモリにそれぞれ記憶させる制御部と、該第１及び第２のイメージメモリから読み出した該２次元赤外線センサー出力Q_W及びQ_Rの差Q_D並びに前記温度センサーの出力に基づいて前記対象物から放射された赤外線だけに対応した該２次元赤外線センサーの出力ａを計算する計算部とを有し、

前記計算部は、前記シャッターが閉じている状態において該シャッターから放射される赤外線だけを前記２次元赤外線センサーで受けたときの該２次元赤外線センサーの出力［ａ’］を前記温度センサーの出力に基づき算出し、前記差Q_Dに該［ａ’］を加えることにより前記２次元赤外線センサーの出力ａの計算をすることを特徴とする赤外線サーモグラフィー。

【請求項５】前記シャッターが閉じている状態において該シャッターから放射される赤外線を前記２次元赤外線センサーで受けたときの該２次元赤外線センサーの出力Q_Rを離散的な複数の該シャッターの温度について予め取得することにより作成した、該シャッター温度と該２次元赤外線センサーの出力Q_Rとの対応を示すテーブルを記憶する記憶手段を有し、

前記計算部は、前記温度センサーの出力に基づく前記シャッターの温度で該テーブルを参照し、補間法により前記［ａ’］を算出することを特徴とする請求項４に記載の赤外線サーモグラフィー。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【産業上の利用分野】本発明は、測定対象物から放射された赤外線を２次元赤外線センサーで検知し、その測定対象物の温度を測定する赤外線サーモグラフィーに関し、特に光学系における様々な赤外放射による測定温度精度への悪影響を除去する温度補正方法及び装置に関する。

【０００２】

【従来の技術】従来の赤外線サーモグラフィーでは、赤外線センサーに入射する赤外線を測定対象物からの赤外線のみに限定するため、コールドシールドと呼ばれる低温に冷却した視野開口絞りを備えた一個のポイントセン

サー（点状の赤外線センサー）を赤外線検知手段として用い、このポイトセンサーに入射させる赤外線を機械的な光学走査装置によって視野内において走査し、視野の２次元的熱画像を得ている。また、この機械走査式の装置では、走査の無効期間を利用して基準熱源を参照することが可能であり、基準熱源からの赤外線エネルギーと対象物からの赤外線エネルギーとを比較することにより、赤外線センサーの出力を補正する赤外線センサー温度補正方法が適用でき、この赤外線センサー温度補正方法の適用により対象物の温度を正確に測定することが可能である。

【０００３】この赤外線センサー温度補正方法は、赤外線センサーの出力で表される温度を対象物の温度に近づけるように該赤外線センサーの出力に補正を加える方法であり、対象物から放射される赤外線に代えて既知温度の基準熱源から放射される赤外線を前記赤外線センサーに入射させたときの該赤外線センサーの出力Q_Rと、その対象物を光学系で観測したときの該赤外線センサーの出力Q_Wとを比較し、光学系など対象物以外の物から放射された赤外線に基づく赤外線センサーの出力成分Q_Eを出力Q_Wから除去し、対象物の放射赤外線だけに基づく赤外線センサーの出力ａを生成する補正方法である。この出力ａを信号処理部で処理し、熱画像信号を生成し、その熱画像信号を表示装置で熱画像として表示すれば、対象物の温度を正しく表す熱画像を得ることができる。

【０００４】しかしながら、赤外線検知手段として２次元赤外線センサーを用いた赤外線サーモグラフィーでは、２次元的に配列された赤外線センサーは常に撮影対象物からの赤外線を受光しているので、高感度ではあるが、映像を途切れさせずに基準熱源を参照することが不可能であり、かつまた、膨大な個数の各センサー一個一個に対してコールドシールドを取り付けることが事実上不可能でもあるので、対象物以外からの赤外線（不要赤外線）をも同時に受光してしまう。主にこの２つの理由により、２次元センサーを用いた赤外線サーモグラフィーの温度測定精度は、機械走査式の装置と比較するとかなり低くなる。

【０００５】

【発明が解決しようとする課題】上記のような温度精度の低さをカバーするために従来から幾つかの赤外線センサー温度補正方法が提案され、それらのうちで、推定法、テーブル法、熱源挿入式などと呼ばれるものがよく知られている。

【０００６】推定法では、光学系内部に複数の温度センサーを配置し、条件によって様々に変化する不要赤外線エネルギーをその温度センサーの出力から計算によって推定し、推定した不要赤外線エネルギーを赤外線センサーの出力から除去することにより補正している。

【０００７】またテーブル法では、赤外線サーモグラフィーのカメラ部を様々な環境温度下に実際に晒し、そのときの不要赤外線エネルギーを実測し、環境と不要赤外線との関係データを装置ごとにテーブルとして作成しておく。そして、対象物の温度を実際に測定するときには、環境温度に応じてそのテーブルを参照し、赤外線センサーの出力を補正している。

【０００８】熱源挿入式では、赤外線検知手段がポイントセンサーである赤外線サームグラフィーで採用されていた前述の方法と同様な温度補正方法であり、２次元赤外線センサーの直前に適宜基準熱源をモーター駆動等によって挿入する機構を設けて、温度補正を行う。

【０００９】しかしながら、推定法では、装置個々のバラツキ（センサーの感度特性や光学系の熱分布、温度センサーの温度測定誤差等）を吸収できない。また、同じ環境温度であっても、緩慢に変化した場合と急激に変化した場合とでは、光学系の温度分布に大きな違いが生じるため、推定法、テーブル法いずれの方法でも無視できない温度測定誤差を生じてしまう。

【００１０】さらに、推定法やテーブル法では基準熱源を参照できないので、赤外線センサーの電気的な温度特性や光学系の経年変化等の影響をも受けてしまい、それらの影響を除去することが困難である。

【００１１】また、テーブル法では、装置を様々な環境温度下に晒してデータを取得することが必要であり、赤外線サーモグラフィーの調整には多大な時間と、恒温槽のランニングコスト等がかかる。

【００１２】一方、熱源挿入式では、基準となる熱源を参照することは可能であるが、熱源を挿入している期間は対象物の熱画像が途切れてしまう。モーター等による機構では挿入動作に時間がかかり、熱画像の途切れる時間が長く掛かってしまう。また、赤外線センサー直前に熱源を挿入すると、挿入時と非挿入時の光学系の等価性がくずれるので、基準熱源を参照した時でさえ前記２方式と同じく、光学系の温度分布による影響を受けるため、温度センサーを用いた同様の補正を加える必要がある。

【００１３】そこで、本発明の目的は、装置ごとの対環境温度特性のバラツキ、環境温度の急激な変化および経年変化があっても温度補正が正確にでき、温度補正のための調整時間が短く、しかも温度補正のための熱画像画面の途切れを一瞬で済ますことができ、基準熱源を挿入したときも光学系の等価性を維持できる赤外線センサー温度補正方法及び装置並びに２次元赤外線センサーを用いた赤外線サーモグラフィーの装置の提供にある。

【００１４】

【課題を解決するための手段】前述の課題を解決するために本発明は次の①～⑤の手段を提供する。

【００１５】①赤外線センサーと、該赤外線センサー上に対象物の赤外線像を投影する光学系と、前記赤外線センサーの出力を処理して前記対象物の熱画像信号を生成

する信号処理部と、前記熱画像信号を受け前記対象物の熱画像を表示する表示装置とを備えてなる赤外線サーモグラフィーにおいて、該赤外線センサーの出力で表される温度を対象物の温度に近づけるように該赤外線センサーの出力に補正を加える方法であり、対象物から放射される赤外線に代えて既知温度の基準熱源から放射される赤外線を前記赤外線センサーに導いたときの該赤外線センサーの出力Q_Rと、前記対象物を前記光学系で観測してときの該赤外線センサーの出力Q_Wとを比較し、前記光学系など前記対象物以外の物から放射された赤外線に基づく前記赤外線センサーの出力成分Q_Eを前記出力Q_Wから除去し、前記対象物の放射赤外線だけに基づく前記赤外線センサーの出力ａを生成する赤外線センサー温度補正方法において、シャッター及び該シャッターの温度を検知する温度センサーを前記光学系に設け、該シャッターを閉じたときの該シャッターを前記基準熱源とし、前記温度センサーの出力から前記基準熱源の既知温度を得ることを特徴とする赤外線センサー温度補正方法。

【００１６】②赤外線センサーと、該赤外線センサー上に対象物の赤外線像を投影する光学系と、前記赤外線センサーの出力を処理して前記対象物の熱画像信号を生成する信号処理部と、前記熱画像信号を受け前記対象物の熱画像を表示する表示装置とを備えてなる赤外線サーモグラフィーに設けられ、該赤外線センサーの出力で表される温度を対象物の温度に近づけるように該赤外線センサーの出力に補正を加える装置であり、対象物から放射される赤外線に代えて既知温度の基準熱源から放射される赤外線を前記赤外線センサーに導いたときの該赤外線センサーの出力Q_Rと、前記対象物を前記光学系で観測してときの該赤外線センサーの出力Q_Wとを比較し、前記光学系など前記対象物以外の物から放射された赤外線に基づく前記赤外線センサーの出力成分Q_Eを前記出力Q_Wから除去し、前記対象物の放射赤外線だけに基づく前記赤外線センサーの出力ａを生成する赤外線センサー温度補正装置において、シャッター及び該シャッターの温度を検知する温度センサーを前記光学系に設け、該シャッターを閉じたときの該シャッターを前記基準熱源とし、前記温度センサーの出力から前記基準熱源の既知温度を得ることを特徴とする赤外線センサー温度補正装置。

【００１７】③前記シャッターが、前記光学系の開口絞りに隣接した位置であって、該開口絞りより入射開口側に設けてあることを特徴とする前述の②に記載の赤外線センサー温度補正装置。

【００１８】④２次元赤外線センサーと、該２次元赤外線センサー上に対象物の赤外線像を投影する光学系と、前記２次元赤外線センサーの出力を処理して前記対象物の熱画像信号を生成する信号処理部と、前記熱画像信号を受け前記対象物の熱画像を表示する表示装置とを備えてなる赤外線サーモグラフィーにおいて、前記光学系の光路を開閉するシャッター及び該シャッターの温度を測定する温度センサー並びに前記シャッターが開いているときの前記２次元赤外線センサーの視野を定める開口絞りが前記光学系に設けてあり、第１及び第２のイメージメモリと、前記シャッターの開閉を制御するとともに該シャッターが開いているときの前記２次元赤外線センサーの出力Q_Wおよび該シャッターが閉じているときの該２次元赤外線センサーの出力Q_Rを前記第１および第２のイメージメモリにそれぞれ記憶させる制御部と、該第１及び第２のイメージメモリから読み出した該２次元赤外線センサー出力Q_W及びQ_Rの差Q_D並びに前記温度センサーの出力に基づいて前記対象物から放射された赤外線だけに対応した該２次元赤外線センサーの出力ａを計算する計算部とを有し、前記計算部は、前記シャッターが閉じている状態において該シャッターから放射される赤外線だけを前記２次元赤外線センサーで受けたときの該２次元赤外線センサーの出力［ａ’］を前記温度センサーの出力に基づき算出し、前記差Q_Dに該［ａ’］を加えることにより前記２次元赤外線センサーの出力ａの計算をすることを特徴とする赤外線サーモグラフィー。

【００１９】⑤前記シャッターが閉じている状態において該シャッターから放射される赤外線を前記２次元赤外線センサーで受けたときの該２次元赤外線センサーの出力Q_Rを離散的な複数の該シャッターの温度について予め取得することにより作成した、該シャッター温度と該２次元赤外線センサーの出力Q_Rとの対応を示すテーブルを記憶する記憶手段を有し、前記計算部は、前記温度センサーの出力に基づく前記シャッターの温度で該テーブルを参照し、補間法により前記［ａ’］を算出することを特徴とする前記④に記載の赤外線サーモグラフィー。

【００２０】前述の課題解決のための本発明の手段①～⑤は、要するに、光学系の開口絞りの位置に瞬間的に開閉できるシャッターを配置するとともに、そのシャッターの温度を測定する温度センサーを設けたものである。この構成によれば、シャッター羽根を基準熱源として利用することが可能である。また、シャッターを開口絞りの位置に配置することにより、基準熱源を挿入したときと挿入しないときとの光学的等価性を損なうこともなくなる。シャッターには写真工業で一般的なレンズシャッターを転用できる。そこで、本発明における基準熱源の挿入除去機構は、安価に実現でき、また信頼性に優れ安定して作動し、しかも基準熱源の挿入及び除去を高速にでき、熱画像の途切れる時間を一瞬に済ませることができる。

【００２１】

【発明の実施の形態】図１は、本発明の一実施の形態である赤外線サーモグラフィーにおけるカメラヘッドの要

部の構成を示す概念図であり、シャッターが開放状態のときを示す図である。図において、１ａ，１ｂはレンズ、２は光学系の鏡筒、３はシャッター、４は開口絞り、５は温度センサー、６は２次元赤外線センサー、７ａは赤外線センサー６が搭載される台座（赤外線センサー６冷却用のペルチェ素子を兼ねる）、７ｂは金属製のカバー、７ｃは赤外線を透過させる窓、８はＡ／Ｄ変換器、９はカメラヘッドの筐体、２０は測定対象物、１０６は赤外線センサー６の出力、１０８はＡ／Ｄ変換器８の出力、１２０は測定対象物２０の一点から放射され光学系で赤外線センサー６に投影される赤外線、Ａはレンズ開口（開口絞り４の開口）を通り光学系で赤外線センサー６へ集光される赤外線、Ｂは開口絞り４及びレンズ鏡筒２から放射され赤外線センサー６へ入射する赤外線、Ｃはカメラヘッドの筐体９から放射され赤外線センサー６へ入射する赤外線、Ｄは赤外線センサー６のケース（台座７ａ、カバー７ｂ）から放射され赤外線センサー６へ入射する赤外線をそれぞれ示す。台座７ａ、カバー７ｂ及び窓７ｃでなるケースは、赤外線センサー６を真空環境に保持している。

【００２２】赤外線センサー６に入射する赤外線のジオメトリー的な分類で考えると、図で示したＡ，Ｂ，Ｃ，Ｄのような要素による赤外線が赤外線センサー６へ入射する。Ａはレンズ開口内からの赤外線であり、対象物２０の温度測定のためにはこの成分のみが必要である。Ｂは開口絞り４そのものやレンズ鏡筒２からの赤外線である。Ｃはカメラヘッド筐体内壁からの赤外線である。Ｄは赤外線センサー６のケースからの赤外線である。

【００２３】いま、図１のようにシャッター３が開いているときに、赤外線センサー６に入射する赤外線は、赤外線成分Ａ，Ｂ，Ｃ及びＤに分けられるが、これら赤外線成分Ａ，Ｂ，Ｃ及びＤに対する赤外線センサー６の出力をそれぞれａ，ｂ，ｃおよびｄとし、ａ，ｂ，ｃおよびｄの和をQ_W とし（Q_W ＝ａ＋ｂ＋ｃ＋ｄ）、またｂ，ｃおよびｄの和をQ_E （Q_E ＝ｂ＋ｃ＋ｄ）する。

【００２４】環境温度の値やその変化の仕方、空気の対流や日射等の熱源の影響により、ｂ，ｃ，ｄの値は千変万化する。これらの影響を推定法やテーブル法によって精度良く除去することは困難である。また赤外線センサー６の直前に熱源を挿入すると、Ａ以外の成分に影響を与えずにその熱源だけを参照することも不可能である。

【００２５】図２は、図１の実施の形態においてシャッター３を閉じた状態を示す概念図である。図２のようにシャッター３を閉じたとき、赤外線センサー６へ入射する赤外線成分の内で、図１のレンズ開口を通過した赤外線成分Ａに代えて、シャッター３から放射される赤外線成分Ａ’が赤外線センサー６へ入射する。シャッター３は瞬間的に閉じて開くのでＢ，Ｃ，Ｄの成分は変化していない。赤外線成分Ａ’に対応する赤外線センサー６の出力の成分をａ’とすると、図２の状態では、赤外線センサー６の出力はａ’＋ｂ＋ｃ＋ｄである。このａ’＋ｂ＋ｃ＋ｄをQ_R とする（Q_R ＝ａ’＋ｂ＋ｃ＋ｄ）。

【００２６】このようにシャッター３が開いた状態と閉じた状態との２つの状態における赤外線センサー６の出力Q_W とQ_R の差分Q_D を計算すれば、どのような不要赤外線が入射していても、ａ－ａ’という成分のみを容易に抽出することができる。すなわち、

$$Q_D = Q_W - Q_R = (a+b+c+d) - (a'+b+c+d) = a - a' \quad \cdots\cdots\cdots (1)$$

なる式によりａ－ａ’が得られる。

【００２７】赤外線成分Ａ’に相当するシャッター３の温度は、温度センサー５によって測定できるので、赤外線成分Ａ’として赤外線センサー６に入射する赤外線エネルギーの量は、理論的に計算することができる。その理論計算は、シャッター３から放射される赤外線エネルギーをプランクの放射式で波長ごとに算出して行う。また、赤外線センサー３に入射した赤外線エネルギーに応じた赤外線センサー３の出力は、該赤外線センサー３の分光感度を波長ごとの入射赤外線エネルギーに乗ずることにより算出される。かくして、シャッター３を基準熱源とみなして、シャッター３の温度を温度センサー５で検知することにより、シャッター３から放射される赤外線Ａ’に応じた赤外線センサー６の出力を計算により得ることができる。このように温度センサー５の出力１０５に基づき計算により求めたシャッター３から放射される赤外線Ａ’に応じた赤外線センサー６の出力を［ａ’］と表記する。理論上は［ａ’］＝ａ’であり、実際は多少の誤差はあるものの、実用上［ａ’］＝ａ’として扱って差し支えない。

$$(a - a') + [a'] = a \quad \cdots\cdots\cdots (2)$$

なる式により、対象物２０からの赤外線Ａに対応した赤外線センサー３の出力ａを得ることができる。

【００２８】したがって、シャッター３を開いた状態（図１）における赤外線センサー６の出力Q_W と、シャッター３を閉じた状態（図２）における赤外線センサー６の出力Q_R とを測定し、Q_W とQ_R の差分Q_D ＝ａ－ａ’を式（１）により計算し、温度センサー４の出力に基づいて理論計算により算出した［ａ’］とを加算することにより、すなわち

【００２９】図３は、上述の原理により対象物２０から放射される赤外線のエネルギー（対象物２０の温度に対応）を測定するようにした赤外線サーモグラフィーの回路構成例を示す図である。図３において、１はレンズ１ａと１ｂとをまとめて表したレンズ、１０は加減算器、１１はＣＰＵ（中央演算処理装置）、１２ａ及び１２ｂ

はそれぞれ第１及び第２のイメージメモリ、１０３はシャッター３の開閉を制御する信号、１０５はシャッター３の温度を表す温度センサー５の出力、１３０はイメージメモリ１２ａの出力である。

【００３０】ＣＰＵ１１は、前述の制御部及び計算部をなしている。まず、ＣＰＵ１１は、その制御部で、信号１０３によりシャッター３の開閉を制御し、シャッター３が開および閉の時の赤外線センサー６の出力Q_W及びQ_Rをイメージメモリ１２ａ及び１２ｂにそれぞれ記憶させる。次に、ＣＰＵ１１は、計算部で、式（１）によって差分計算を行うとともに、温度センサー５の出力１０５で表されるシャッター３の温度に基づき、シャッター３閉のときにシャッター３から放射される赤外線Ａ’に対応する赤外線センサー６の出力［ａ’］を計算により求め、式（１）により求めておいた（ａ－ａ’）にこの［ａ’］を加え、式（２）の計算をし、対象物２０の赤外線成分Ａだけに対応する赤外線センサー６の出力ａを算出する。かくして、対象物２０の赤外線エネルギー、ひいては対象物２０の温度を測定することができた。このようにして測定された対象物２０の温度には、光学系などの対象物２０以外の物から放射される赤外線成分Ｂ，Ｃ，Ｄの影響は除かれている。

【００３１】また、シャッター３閉の時の赤外線センサー６の出力Q_R（Q_R＝ａ’＋ｂ＋ｃ＋ｄ、イメージメモリ１２ｂに記憶されている）と、温度センサー５の出力１０５から計算したシャッター３の放射赤外線Ａ’に対応した赤外線センサー６の出力［ａ’］との差Q_R－［ａ’］をQ_Eとし、Q_E＝（ａ’＋ｂ＋ｃ＋ｄ）－［ａ’］をＣＰＵ１１の計算部で計算すれば、そのQ_Eが不要赤外線エネルギー（ｂ＋ｃ＋ｄ）を表す。そこで、Q_Eを求めた以後は、シャッター３開の時の赤外線センサー６出力Q_Wと不要赤外線に相当する赤外線センサー出力成分Q_Eとの差Q_W－Q_Eを加減算器１０で生成すれば、その差Q_W－Q_Eがそのまま対象物２０からの赤外線成分Ａを表す赤外線センサー出力ａとなる。

【００３２】図３の回路で対象物２０の赤外線エネルギーａを計測する第１の方法は、前述のように、ＣＰＵ１１の制御部の制御によりイメージメモリ１２ａ及び１２ｂにQ_W及びQ_Rをそれぞれ記憶させておき、さらにその制御部の制御によりイメージメモリ１２ａ及び１２ｂからQ_W及びQ_Rをそれぞれ読み出し、ＣＰＵ１１の計算部で温度センサー５の出力に基づきシャッター３の放射赤外線エネルギー［ａ’］を計算し、また式（１），（２）によりQ_D＝Q_W－Q_R＝ａ－ａ’及び（ａ－ａ’）＋［ａ’］＝ａを計算する。

【００３３】図３の回路で対象物２０の赤外線エネルギーａを計測する第２の方法は、ＣＰＵ１１の制御部の制御によりイメージメモリ１２ｂにQ_R＝ａ’＋ｂ＋ｃ＋ｄを記憶させておき、さらにその制御部の制御によりイメージメモリ１２ｂからQ_Rを読み出し、ＣＰＵ１１の計算部で温度センサー５の出力に基づきシャッター３の放射赤外線エネルギー［ａ’］を計算するとともに、Q_R－［ａ’］＝ｂ＋ｃ＋ｄ＝Q_Eを求め、さらにQ_Eを加減算器１０に送り、シャッター３開のときの赤外線センサー６の出力（Ａ／Ｄ変換器８の出力）Q_WとQ_Eとの差ａを加減算器１０生成し、対象物２０の放射赤外線エネルギーａをイメージメモリ１２ａに一旦記憶し更に読み出し、対象物２０の放射赤外線エネルギーａを信号１３０として出力する。この第２の方法では、ＣＰＵ１１の計算部で、Q_E＝Q_R－［ａ’］を計算し、加減算器１０でQ_W－Q_Eを計算しているので、図３の回路全体では結局のところ、Q_W－（Q_R－［ａ’］）＝（Q_W－Q_R）＋［ａ’］＝ａ－ａ’＋［ａ’］を加減算器１０から出力して、イメージメモリ１２ａへ記憶し、さらにイメージメモリ１２ａから信号１３０として出力しているのであるから、第１の方法と同じ計算をしていることとなる。対象物２０の赤外線エネルギーａを計測するのに第１の方法または第２の方法のいずれを採用するかは、ＣＰＵ１１による処理の手順の如何に依存している。

【００３４】なお、以上の説明では、シャッター３が閉じているときの該シャッター３から放射される赤外線エネルギーを理論計算により求めるとした。しかし、シャッター３が閉じている状態において該シャッター３から放射される赤外線を２次元赤外線センサー６で受けたときの該２次元赤外線センサー６の出力Q_Rを離散的な複数の該シャッター３の温度について予め取得することにより作成した、該シャッター３の温度と該２次元赤外線センサー６の出力Q_Rとの対応を示すテーブルを記憶する記憶手段を有し、ＣＰＵ１１の計算部は、温度センサー５の出力に基づくシャッター３の温度で該テーブルを参照し、補間法により［ａ’］を算出するようにしても差し支えない。

【００３５】

【発明の効果】上に実施の形態を挙げて詳しく説明したように、本発明の赤外線センサー温度補正方法及び装置並びに２次元赤外線センサーを用いた赤外線サーモグラフィーによれば、装置内部に温度センサーを配置して不要赤外線量を推定したり、不要赤外線量の実測データから補正したりする必要が無くなり、装置内部がどのような温度分布であっても、常にそれらの影響を除去することができ、対象物の正確な赤外線エネルギーを測定できる。このように、本発明の方法及び装置によれば、装置ごとの対環境温度特性のバラツキ、環境温度の急激な変化および経年変化があっても温度補正が正確にでき、温度補正のための調整時間が短く、しかも温度補正のための熱画像画面の途切れを一瞬で済ますことができ、基準熱源を挿入したときも光学系の等価性を維持できる。

【００３６】映像の途切れを一瞬で済ますために、写真工業で一般的なレンズシャッターを本発明におけるシャ

ッターとして採用するとことにより、装置を安価にでき、信頼性を向上できる。さらに、本発明を採用すれば、レンズの開口絞りの位置にシャッターを配置することにより、光学的等価性を保ったまま基準熱源を参照することができるので、光学的等価性のない熱源参照方式で問題となる参照誤差をなくすことができる。

【００３７】上述のような効果により、本発明によれば、簡単な構成により２次元赤外線センサー特有の温度測定誤差を大幅に改善することができ、工場調整の時間と費用を大きく節約することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の一実施の形態である赤外線サーモグラフィーにおけるカメラヘッドの要部の構成を示す概念図であり、シャッター３が開放状態のときを示す図である。

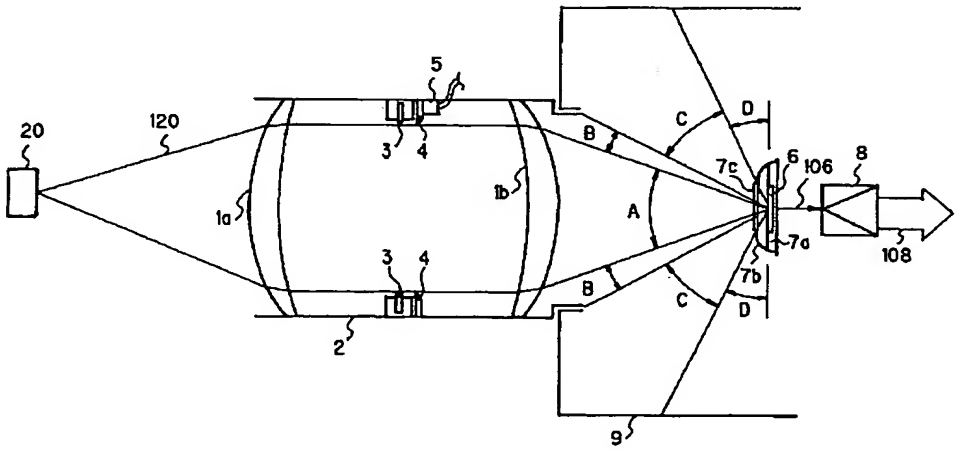
【図２】図１の実施の形態においてシャッター３を閉じた状態のときを示す概念図である。

【図３】本発明の方法を適用して対象物２０から放射される赤外線のエネルギー（対象物２０の温度に対応）を測定するようにした赤外線サーモグラフィーの回路構成例を示す図である。

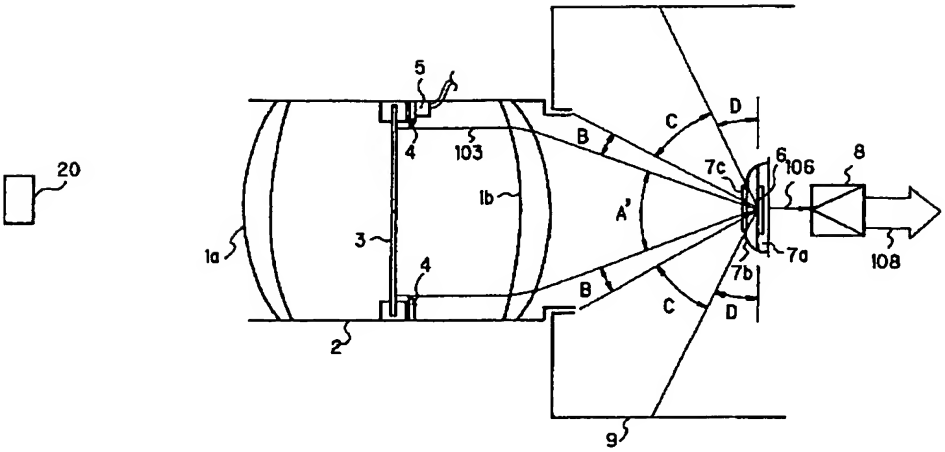
【符号の説明】

１，１ａ，１ｂ・・・・・レンズ
２・・・・・光学系の鏡筒
３・・・・・シャッター
４・・・・・開口絞り
５・・・・・温度センサー
６・・・・・２次元赤外線センサー
７ａ・・・・・赤外線センサー６が搭載される台座
７ｂ・・・・・金属製のカバー
７ｃ・・・・・赤外線を透過させる窓
８・・・・・Ａ／Ｄ変換器
９・・・・・カメラヘッドの筐体
１０・・・・・加減算器
１１・・・・・ＣＰＵ（中央処理装置）
１２ａ・・・・・第１のイメージメモリ
１２ｂ・・・・・第２のイメージメモリ
２０・・・・・測定対象物
１０３・・・・・シャッター３の開閉を制御する信号
１０５・・・・・シャッター３の温度を表す温度センサー５の出力
１０６・・・・・赤外線センサー６の出力
１０８・・・・・Ａ／Ｄ変換器８の出力
１２０・・・・・測定対象物２０の一点から放射され光学系で赤外線センサー６に投影される赤外線
１３０・・・・・イメージメモリ１２ａの出力
Ａ・・・・・レンズ開口（開口絞り４の開口）を通り光学系で赤外線センサー６へ集光される赤外線
Ｂ・・・・・開口絞り４及びレンズ鏡筒２から放射され赤外線センサー６へ入射する赤外線
Ｃ・・・・・カメラヘッドの筐体９から放射され赤外線センサー６へ入射する赤外線
Ｄ・・・・・赤外線センサー６のケース（台座７ａ、カバー７ｂ）から放射され赤外線センサー６へ入射する赤外線

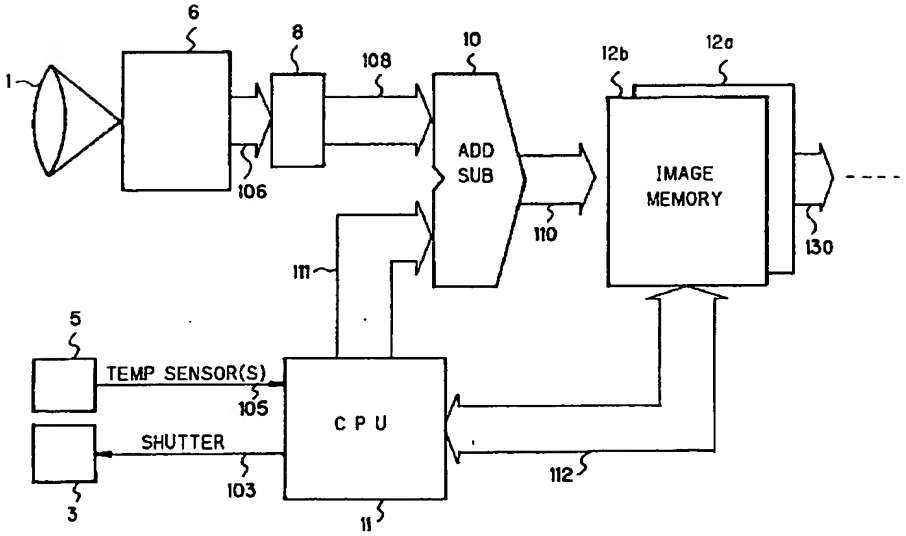
【図１】



【図２】


20
5
4
103
1b
1a
3
4
2
B
C
D
A'
7c
6
106
8
108
7a
7b
B
C
D
9

【図３】


6
8
108
10
12b
12a
1
106
ADD
SUB
IMAGE
MEMORY
110
130
111
5
TEMP SENSOR(S)
105
SHUTTER
103
3
C P U
112
11